



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

“Dimensionamiento de un sistema de bombeo de agua para el fundo “Buenos Aires”
Distrito de Tingo de Ponasa en la Provincia de Picota, utilizando energía solar
Fotovoltaica”

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
BACHILLER EN INGENIERIA MECÁNICA ELÉCTRICA**

AUTORES:

Carlos Enrique Cuzco García.	(ORCID: 0000-0001-7024-8587)
Marlon López Pereyra.	(ORCID: 0000-0002-1992-6941)
Jhon Carlos Paredes Tananta.	(ORCID: 0000-0002-6366-1469)
Rene Aldo Rivera Torres	(ORCID: 0000-0001-8669-8814)

ASESOR:

Ing. Ruiz Vásquez Santiago (ORCID: 0000-0001-7510-5702)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, Transmisión y Distribución

TARAPOTO - PERÚ

2019

Dedicatoria

El presente trabajo final de investigación lo dedico a mi esposa e hijos por haberme apoyado para seguir cumpliendo mis metas y objetivos, a Dios, por darme sabiduría y fortaleza.

Carlos

Este trabajo va dedicado a las personas que amo, mi madre, porque son la razón que necesito para seguir adelante y lograr mis objetivos propuestos.

Marlon

A mis padres que son la fortaleza para mi vida, a Dios por guiar mis pasos hacia mis objetivos y metas.

Jhon Carlos

El presente trabajo lo dedico con amor a mi familia por demostrarme su apoyo incondicional en mi formación profesional.

Rene Aldo

Agradecimientos

A Dios por guiar nuestros pasos hacia los objetivos y metas y así fortalecer nuestra vida profesional.

A mis padres por su dedicación, comprensión, respaldo y soporte incondicional brindándonos su apoyo en esta etapa de nuestras vidas.

A nuestra familia, quienes son principal motivo que hace fortalecer nuestra voluntad de crecer profesionalmente y llena de alegría cada logro obtenido haciendo que todo el trabajo y esfuerzo valga la pena a cada momento.


LOS AUTORES

ACTA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El Jurado encargado de evaluar el trabajo de investigación presentada por don (a) **Carlos Enrique Cuzco García** cuyo título es: **"Dimensionamiento de un sistema de bombeo de agua para el fundo Buenos Aires distrito de Tingo de Ponasa en la provincia de Picota, utilizando energía solar fotovoltaica."**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **12, DOCE.**

Tarapoto, 05 de Agosto del 2019


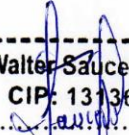

.....
Mg. Luis Gibson Callacná Ponce
Ing. de Computación y Sistemas
CIP: 131366
.....
Ing. Luis Gibson Callacná Ponce
PRESIDENTE
.....
Mg. Walter Saucedo Vega
CIP: 131185
.....
Ing. Walter Saucedo Vega
SECRETARIO
.....
Ruiz Vásquez Santiago Andrés
Ing. Mecánico
CIP 125897
.....
Ing. Santiago Andrés Ruiz Vásquez
VOCAL

ACTA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El Jurado encargado de evaluar el trabajo de investigación presentada por don (a) **Marlon López Pereyra** cuyo título es: **"Dimensionamiento de un sistema de bombeo de agua para el fundo Buenos Aires distrito de Tingo de Ponasa en la provincia de Picota, utilizando energía solar fotovoltaica."**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **16, DIECISÉIS.**

Tarapoto, 05 de Agosto del 2019



.....
Luis Gibson Callacná Ponce
Ing. de Computación y Sistemas
CIP: 131366
.....
Ing. Luis Gibson Callacná Ponce
PRESIDENTE
.....
Mg. Walter Saucedo Vega
CIP: 131365
.....
Ing. Walter Saucedo Vega
SECRETARIO
.....
Ruiz Vásquez Santiago Andrés
Ing. Mecánico
CIP 125897
.....
Ing. Santiago Andrés Ruiz Vásquez
VOCAL

ACTA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El Jurado encargado de evaluar el trabajo de investigación presentada por don
(a) **Jhon Carlos Paredes Tananta** cuyo título es: **"Dimensionamiento de un sistema de bombeo de agua para el fundo Buenos Aires distrito de Tingo de Ponasa en la provincia de Picota, utilizando energía solar fotovoltaica."**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **12, DOCE.**

Tarapoto, 05 de Agosto del 2019


.....
Ing. de Computación y Sistemas
.....
CIP: 131366
Ing. Luis Gibson Callacná Ponce
PRESIDENTE
.....
Mg. Walter Saucedo Vega
CIP: 131365
.....
Ing. Walter Saucedo Vega
SECRETARIO
.....
Ruiz Vásquez Santiago Andrés
Ing. Mecánico
CIP 125897
.....

Ing. Santiago Andrés Ruiz Vásquez
VOCAL




ACTA DE APROBACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN


El Jurado encargado de evaluar el trabajo de investigación presentada por don (a) **Rene Aldo Rivera Torres** cuyo título es: **"Dimensionamiento de un sistema de bombeo de agua para el fundo Buenos Aires distrito de Tingo de Ponasa en la provincia de Picota, utilizando energía solar fotovoltaica."**

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: **14, catorce.**

Tarapoto, 05 de Agosto del 2019



Ing. Luis Gibson Callacná Ponce
Ing. de Computación y Sistemas
CIP: 131366

Ing. Luis Gibson Callacná Ponce
PRESIDENTE

Mg. Walter Saucedo Vega
CIP: 131365

Ing. Walter Saucedo Vega
SECRETARIO

Ruiz Vásquez Santiago Andrés
Ing. Mecánico
CIP 125897

Ing. Santiago Andrés Ruiz Vásquez
VOCAL



Declaratoria de Autenticidad

Nosotros, CARLOS ENRIQUE CUZCO GARCÍA, identificado con DNI N° 01127231, MARLON LÓPEZ PEREYRA, identificado con DNI N° 71212796, JHON CARLOS PAREDES TANANTA, identificado con DNI N° 44723167 y RENE ALDO RIVERTORRES, identificado con DNI N° 22477023, estudiantes de la escuela académico profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo, con el trabajo de investigación titulado: “Dimensionamiento De Un Sistema De Bombeo De Agua Para El Fundo “Buenos Aires” Distrito De Tingo De Ponasa En La Provincia De Picota, Utilizando Energía Solar Fotovoltaica”;

Declaramos bajo juramento que:

El trabajo de investigación es de nuestra autoría.

Hemos respetado las normas internacionales de citas y referencias para todas las fuentes consultadas.

El trabajo de investigación no ha sido auto plagiada, es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), autoplagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (presentar falsamente las ideas de otros), asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Tarapoto 05 de agosto de 2019



Carlos Enrique Cuzco García
DNI N° 01127231



Marlon López Pereyra
DNI N° 71212796



Jhon Carlos Paredes Tananta
DNI N° 44723167



Rene Aldo Rivera Torres
DNI N° 71212796

Presentación

Señores miembros del jurado calificador, cumpliendo las disposiciones establecidas en el reglamento de grados y títulos de la Universidad César Vallejo, pongo a vuestra consideración el presente trabajo de investigación titulada “Dimensionamiento de un sistema de bombeo de agua para el fundo “Buenos Aires” Distrito de Tingo de Ponasa en la Provincia de Picota, utilizando energía solar Fotovoltaica”, con la finalidad de optar el título de Ingeniero Mecánico Electricista.

La investigación está dividida en siete capítulos:

I. INTRODUCCIÓN. Se considera la realidad problemática, trabajos previos, teorías relacionadas al tema, formulación del problema, justificación del estudio, hipótesis y objetivos de la investigación.

II. MÉTODO. Se menciona el diseño de investigación; variables, operacionalización; población y muestra; técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad y métodos de análisis de datos.

III. RESULTADOS. En esta parte se menciona las consecuencias del procesamiento de la información.

IV. DISCUSIÓN. Se presenta el análisis y discusión de los resultados encontrados durante el trabajo de investigación.

V. CONCLUSIONES. Se considera en enunciados cortos, teniendo en cuenta los objetivos planteados.

VI. RECOMENDACIONES. Se precisa en base a los hallazgos encontrados.

VIII. REFERENCIAS. Se consigna todos los autores del trabajo de investigación.

ÍNDICE

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Declaratoria de autenticidad.....	viii
Presentación.....	ix
ÍNDICE.....	x
Índice de tablas.....	xii
Índice de figuras.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
I. INTRODUCCIÓN	01
1.1. Problema de Investigación.....	01
1.2. Realidad Problemática	01
1.3. Trabajos Previos.....	02
1.4. Teorías Relacionadas al Tema	06
1.5. Formulación del Problema.....	10
1.6. Justificación, Viabilidad y Alcance del Estudio	10
1.7. Hipótesis	11
1.8. Objetivos	11
II. MÉTODO	12
2.1. Diseño de la Investigación	12
2.2. Identificación de Variables	12
2.3. Operacionalización de Variables	12
2.4. Población y Muestra.	13
2.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	13
2.6. Validez y Confiabilidad	13
2.7. Métodos de Análisis de Datos.....	14

2.8. Aspectos Éticos.....	14
III. RESULTADOS	15
IV. DISCUSIÓN.....	28
V. CONCLUSIONES	29
VI. RECOMENDACIONES	30
REFERENCIAS	31
ANEXOS	33

Índice de tablas

Tabla 01. Tabla de consumo de agua – OMS.....	34
Tabla 02. Tabla de consumo de agua en animales.....	35
Tabla 03. Registro de datos de observación.....	36
Tabla 04. Registro de análisis Documental.....	37
Tabla 05. Tabla de bombas Pedrollo y selección de la bomba para el proyecto.....	38
Tabla 06. Tabla de prestaciones de motores sumergidos Pedrollo.....	39
Tabla 07. Tabla de conductores INDECO.....	40
Tabla 08. Tabla de Paneles solares ProStar.....	43

Índice de figuras

Figura 01. Selección de inversor Solimba.....	41
Figura 02. Selección de Batería RITAR.....	42
Figura 03 Atlas Solar del Perú.....	44
Figura 05. Mapa de Radiación Solar – SENAMHI.....	45

RESUMEN

La investigación titulada: “Dimensionamiento de un sistema de bombeo de agua para el fundo “Buenos Aires” Distrito de Tingo de Ponasa en la Provincia de Picota, utilizando energía solar Fotovoltaica”, con la finalidad de solucionar el problema de falta de agua. El tipo de investigación es aplicada, descriptiva y de datos primarios.

Se determinó que la demanda de agua es de 3477.5 L/día, considerando a todos los habitantes y animales que viven en el fundo Buenos Aires. La radiación solar promedio para el cálculo del panel solar en la zona tiene un nivel alto según el SENAMHI y a su vez en el Atlas de Energía Solar del Perú se mencionan valores mayores a 3000W/m² en la zona de Tingo de Ponasa. Se consideró una electrobomba sumergible PEDROLLO para el sistema que cumple con lo requerido para un funcionamiento adecuado y se consideró 01 panel solar Prostar de 100W. Se presupuestó el sistema de bombeo de agua con energía solar fotovoltaica llegando a un total de S/. 7,632.59

Palabras clave: bomba sumergible, panel solar, potencia.

ABSTRACT

The research entitled: "Sizing of a water pumping system for the" Buenos Aires "Tingo de Ponasa District in the Province of Picota, using photovoltaic solar energy", in order to solve the problem of lack of water. The type of research is applied, descriptive and primary data.

It was determined that the water demand is 3477.5 L/day, considering all the people and animals that live in the Buenos Aires farm. The average solar radiation for the calculation of the solar panel in the area has a high level according to the SENAMHI and it's in the Atlas of Solar Energy of Peru mentioned values higher than 3000W/m² in the area of Tingo de Ponasa PEDROLLO submersible electric pump was considered for the system that meets the requirements for proper operation and it was considered 01 Prostar solar panel of 100W. The pumping system of water with photovoltaic solar energy was estimated, reaching a total of S/. 7,632.59

Keywords: submersible pump, solar panel, power.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de Investigación.

En la actualidad es cada vez más notable que el problema del suministro y la disponibilidad de agua en las zonas rurales de nuestro país y en especial de la región, se ha convertido cada vez más en una preocupación latente y complicado; así mismo se hace notorio que el crecimiento demográfico no ordenado del entorno nacional rural hace que el consumo de agua potable sea cada vez mayor, motivo por el cual se debe suministrar de manera adecuada y racional.

En la actualidad es necesario disminuir de manera considerable el consumo de energía eléctrica que son abastecidas desde las centrales térmicas que utilizan para su generación y funcionamiento combustibles fósiles y así mismo crean una fuerte dependencia en torno a ellos.

Haciendo uso adecuado de los paneles solares dedicados para el bombeo de agua de fuentes subterráneas se combinan tanto el avance tecnológico en el ámbito eléctrico (como es el caso de las bombas centrífugas con accionamiento eléctrico) a la par de contar con el atractivo que ofrecen las fuentes de energía autónomas y mucho mejor renovables.

Actualmente existen sistemas fotovoltaicos que abastecen de energía a sistemas de bombeo en ranchos tanto ganaderos como agrícolas alrededor del planeta. Estos sistemas son bastante confiables y económicamente resultan muy competitivos para la población rural.

1.2. Realidad problemática

Tingo de Ponasa es un distrito de la provincia de Picota perteneciente al departamento de San Martín cuenta con una población de 4659 habitantes. Actualmente el fundo Buenos Aires está aislada del sistema de distribución eléctrico nacional, este fundo presenta el problema de suministro de agua para las personas y animales, algunas veces se utiliza el agua de lluvia. El fundo en mención se abastece

de agua proveniente del río Huallaga. Para hacer uso de este líquido en forma continua se requiere de la instalación de un sistema de bombeo para cumplir con el objetivo de succionar y transportar a un depósito de almacenamiento y así cubrir las necesidades.

El estado peruano ha decidido impulsar decididamente el uso y aplicación de las energías renovables, entre ellas se encuentra la energía solar, que es vista como el recurso energético que cuenta con mayor disponibilidad en prácticamente todo el territorio peruano. Y a esto se suma que, en la mayoría de las ciudades y localidades del Perú, la energía solar está disponible y es de suma importancia, contando con bastante uniformidad durante todo el año.

1.3. Trabajos Previos

1.3.1. Internacional

- Alvares Arboleada (2017, pág. 54), En su tesis de grado titulado “Análisis de un sistema de riego automatizado alimentado por energía fotovoltaica utilizando PLC” hace mención a que su proyecto “cumple con las exigencias planteadas” contando solamente con el uso de recursos naturales mediante gracias a la utilización de paneles solares a modo de fuente de energía, el cual suministra energía al sistema de bombeo usado tanto para las personas así como también para el riego de los cultivos agrícolas en zonas alejadas y rurales en las que se carece de suministro de energía eléctrica y a su vez de agua potable. Estos paneles vienen a ser una muestra clara de las bondades de las energías alternativas que a su vez son más viables y estables cuando se dedican a alimentar el sistema de bombeo, y a su vez brindando las ventajas de abaratar costos a largo plazo contando con una amplia mejoría con respecto a los sistemas convencionales de regadío que normalmente utilizan usan materiales para la combustión. La eficiencia de las bombas solares es considerable ya que no necesitan de un sistema de almacenamiento de energía o baterías para su normal funcionamiento, así mismo su función es únicamente bombear en las frecuentes ocasiones en las que existe radiación solar disponible en la zona de estudio.

- Salmeron Rodrigues y Blando Rivas (2014) en su tesis titulado “Estudio De Preinversion de un sistema Fotovoltaico para bombeo de agua en la comunidad de San Antonio del Municipio de Jinotepe”. En sus conclusiones establece que: los sistemas de bombeo energizados mediante paneles solares son mucho más flexibles que los sistemas de bombeo por motobombas convencionales, ya que en este caso un mismo sistema de bombeo puede aumentar su capacidad solamente con el incremento del número de paneles solares, esto considerando que existen ciertos límites que dependen de las partes del sistema, dentro de los cuales se puede mencionar a las limitaciones por temas de estructura (por ejemplo las bases que soportan los módulos) y de esta misma manera se puede hacer mención al calibre de los conductores eléctricos que fueron dimensionados en un inicio. Así mismo se estima la duración del panel solar y los componentes internos del sistema en general de entre 5 a 10 años y dependen de la tecnología de fabricación, y normalmente en el caso de una instalación en la que se energiza con energía solar se estima que la vida útil es de 20 años. Las expectativas acerca de la instalación de paneles solares en zonas rurales, son bastante amplias y poseen un futuro prometedor a nivel global. A pesar de que los sistemas de bombeo para agua alimentados con energía solar demandan un alto nivel de inversión inicial, sus costos de mantenimiento preventivo y operación son bastante bajos, a diferencia los sistemas de bombeo que generalmente utilizan combustibles fósiles, en los que su nivel de inversión inicial es relativamente bajo, pero sin embargo poseen altos costos de mantenimiento preventivo, de rutina y de operación. Adicionalmente, los sistemas de generación eléctrica fotovoltaica poseen beneficios asociados, haciendo mención principal al tiempo que se logra ahorrar durante su montaje, operación y mantenimientos tanto preventivos como correctivos del sistema. A modo de ejemplo, se hace mención al encendido automático de los sistemas fotovoltaicos que encienden el equipo al alba y realizan el apagado del equipo en el ocaso. También se hace mención al cuidado del medio ambiente que supone el uso de estas energías renovables, asegurando un mejor futuro para nuestros hijos y a su vez los hijos de nuestros hijos. Del mismo modo se hace imperioso el recalcar

que la vida útil prolongada y alta confiabilidad de un panel fotovoltaico se estiman alrededor de 20 años y presentan en ese periodo un porcentaje bastante bajo de fallas, lo cual lo convierte en un sistema bastante confiable. Se hace muy necesario el incentivar y recalcar las ventajas de los sistemas solares en sus virtudes para lograr un mayor grado de aceptación social y se obtenga un buen asesoramiento técnico. No está demás el mencionar que la energía solar fotovoltaica viene a ser una fuente de energía renovable, ya que, durante su operación, no se generan emisiones de ningún tipo por parte del panel solar, por lo que no intervienen de ninguna manera en el efecto invernadero.

- COLLADO, Eduardo. (2009) en su trabajo de investigación titulada: “Energía solar fotovoltaica, competitividad y evaluación económica, comparativa y modelos” (Tesis de doctorado), de Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales España, llegó a la conclusión de que la energía fotovoltaica “puede asumir un porcentaje apreciable” en la demanda de energía sin que sea necesaria la aportación excesiva de ésta para suplir la generación ordinaria, ya que bastaría con llevar los niveles de generación hasta unos límites razonables.

1.3.2. Nacional

- Alata Rey (2015, pág. 2) en su tesis titulada “Dimensionamiento de un sistema de bombeo con paneles solares - caso UNALM” el autor hace mención a que los sistemas de bombeo de agua alimentados con energía proveniente de paneles solares fotovoltaicos, se han convertido en una opción magnífica para las comunidades ubicadas en zonas rurales y de la misma manera para los sistemas que se encuentran aislados en el país. Así mismo se indica que las primeras instalaciones de paneles en el Perú se efectuaron a mediados de 1978 en donde se usaban normalmente motores DC tanto de media como de baja potencia (por ejemplo, menores a 800W) los cuales estaban acoplados de manera directa al panel solar, y éstos a su vez estaban conectados a bombas centrífugas. Posteriormente, la llegada de los motores AC que hicieron su aparición en los sistemas de bombeo mediante paneles solares ofrecieron un gran avance en el ámbito de la

electrónica, ya que esto implicaba un incremento de la confiabilidad y a su un incremento del rango de potencia usado para la operación de los sistemas de bombeo. Sin embargo, pese a la innovación que trajo consigo la llegada de los convertidores de corriente alterna a corriente continua o inversores que convierten la corriente continua en corriente alterna, todavía se persigue la optimización de los sistemas de bombeo mediante paneles solares, tanto en su rendimiento, confiabilidad, los niveles de potencia y la reducción de costos.

Actualmente el consumo humano de agua para suplir las necesidades básicas se establece para las zonas rurales en cantidades de alrededor de 20 litros/día de manera aproximada. A su vez, en zonas rurales en las que se tienen mayor consumo de agua, se produce energía para los sistemas de riego necesarios para el cultivo agrícola y la alimentación de los distintos animales de granja.

En síntesis, este trabajo está basado en el dimensionamiento de un sistema de bombeo energizado mediante paneles solares, que suministrará energía a una estación de bombeo de agua. Este estudio se ha desarrollado a manera de programa piloto que sirva para abastecer de agua a los SSHH de uno de los pabellones de la Universidad Nacional Agraria de La Molina. Luego se empleará en todo el campus universitario y esto servirá como referencia para las comunidades rurales en las que la universidad tiene convenios establecidos. (Alata Rey 2015)

- INEI (2015) En la Encuesta Nacional de Programas Estratégicos 2011-2014 indica que la cantidad de viviendas con acceso a la energía eléctrica mediante la red pública es de aproximadamente 89 de cada 100, lo que indica que ha tenido un aumento del 1.1% con respecto al año 2013. El incremento considerado como mayor, se dio en la zona de la selva, llegando a ser del 3.4%, así mismo en la sierra este incremento fue de 1.9% según los estudios establecidos por la “Encuesta Nacional de Programa Estratégicos” del INEI, y en los resultados estadísticos

brindados se pueden observar oportunidades para brindar el servicio de suministro eléctrico utilizando como fuente primaria la energía solar.

- TACZA, Oscar (2011), en su investigación titulada: “Energía solar fotovoltaico en el distrito de Orcotuna región Junín” (Tesis de maestría) de la Universidad Nacional del Callao, concluyó en que en muchas de las zonas rurales peruanas se pueden implementar los sistemas fotovoltaicos a manera de incentivo profesional y estudiantil enfocado en dirigir hacia este rubro la solución a la falta de energía eléctrica, ya que a futuro se visualiza que ésta será uno de las tecnologías más usadas, importantes y necesarias.

1.4. Teorías Relacionadas al tema.

1.4.1. Radiación solar

La radiación solar viene a ser la energía que se emana de manera electromagnética y proviene de los procesos de fusión que se dan por del hidrógeno (ubicado dentro de los átomos de helio) contenido en el sol. En un año se ha calculado de manera aproximada que la energía solar que recibe la tierra a través de la atmósfera viene a ser tan sólo un aproximado de un tercio de la energía total capada por la tierra fuera de la atmósfera, de la cual el setenta por ciento está dirigida hacia los mares del planeta. A pesar de eso, la energía restante que recibe la tierra firme, viene a ser miles de veces la cantidad del consumo total energético mundial en la actualidad.

La radiación solar directa viene a ser la radiación solar recibida por segundo y por superficie, que sin necesidad de haber sufrido algún cambio en su dirección cae sobre un área específica.

La radiación solar reflejada es la radiación que incide sobre un área determinada en un determinado tiempo que procede del reflejo de la radiación solar en el suelo u otros objetos.

1.4.2. El Perú y la Energía Solar

En estos días, la energía solar viene a ser una de las alternativas más ambicionas y prometedoras que se está desarrollando como otra propuesta al uso de las energías que provienen de los combustibles fósiles. En

cambio, en los países del hemisferio norte, que están alejados del ecuador, no cuentan con sol durante la mayoría del año.

La energía solar en nuestro país se viene usando de distintas maneras, por ejemplo, en las zonas del sur de Perú se utiliza la energía solar como generador de calor usando termas de agua, esto se ve en mayor proporción en las ciudades de Arequipa y Puno, en cuyos departamentos existen aproximadamente 31 empresas que se dedican al suministro, fabricación, montaje y mantenimiento de estos equipos.

1.4.3. Horas de sol pico (H.S.P.)

También conocidas como HSP, las horas de radiación pico del son corresponden a los momentos en los que el sol irradia, de manera hipotética, una cantidad de 1000 W/m².

Las horas pico del sol vienen a jugar un papel muy importante, debido a que sirve para tener un estimado de la potencia que se podrá obtener de los paneles solares.

1.4.4. El Panel solar.

Un panel solar, también conocido como módulo fotovoltaico, viene a ser la conexión de varios semiconductores a manera de células, conectadas ya sea en serie o en paralelo.

Existen distintos tipos de paneles solares, los cuales se distinguen entre sí debido a su fona de fabricación y la tecnología utilizada. Estos tipos de paneles solares son de dos tipos, los paneles de silicio cristalino y los paneles de silicio amorfo.

Entre los paneles solares de silicio cristalino se tienen a los paneles solares monocristalinos y a los multicristalinos.

Con respecto a la potencia que puede proporcionar la célula de un panel solar de tamaño estándar (que viene a ser de 100 milímetros) es bastante limitada (ya que está entre los valores de 1 a 2 watts), debido a esto es que normalmente es necesario el tener que conectar de distintas maneras según se vio anteriormente estas células para lograr proporcionar potencias más elevadas requeridas para el sistema.

Según cómo se realice la conexión entre las células, podemos permitirnos un aumento en la tensión final del panel si se conectan de manera serial o en serie, por otro lado, podemos obtener mayor intensidad total si las células se conectan en paralelo.

1.4.5. Sistema de bombeo mediante Panel solar.

El sistema de bombeo de agua que utiliza como energía la proveniente de paneles solares viene a ser una de las principales aplicaciones que se tienen para la energía fotovoltaica. Esto se hace mucho más notorio en las zonas rurales en las cuales el acceso al agua es limitado y normalmente no se cuenta con acceso a la red de distribución eléctrica.

Uno de los principales usos para los sistemas de bombeo alimentados a través de paneles solares son los sistemas de bombeo de agua para riego en granjas alejadas. Esto adicionalmente tiene en cuenta que la necesidad de agua se incrementa cuando se incrementa el nivel de radiación solar, lo que genera un conjunto sostenible de necesidad y oferta.

Adicionalmente los sistemas de bombeo mediante el uso de paneles solares presentan muchas ventajas económicas frente a los sistemas de riego más especializados como sería el riego por goteo en las zonas de bajo nivel de humedad y alcance de agua, adicionalmente se busca en todo momento el maximizar el uso de toda la energía disponible mediante el sistema de rotación de cultivos sistémicos para obtener cultivos permanentes en la zona.

Para el uso de los paneles solares en los sistemas de bombeo, existen dos alternativas que ayudarían a cumplir el cometido, las cuales son:

Bombeo solar directo: En esta alternativa, el agua es extraída desde la fuente solamente durante el tiempo que exista radiación solar, y el agua es almacenada en recipientes para su posterior uso. En este caso el sistema no cuenta con un banco de baterías lo que significa un ahorro considerable en el proceso.

Bombeo con baterías: Esta alternativa nace de los requerimientos en los que es necesario asegurar un suministro constante o a horas que sean independientes del nivel de radiación solar

1.4.6. Principio de Funcionamiento

El principio de funcionamiento del sistema de bombeo energizado mediante paneles solares, es idéntico al de un sistema de bombeo de agua convencional, pero a diferencia de éste, la fuente de energía es, como lo indica su nombre, mediante paneles solares.

Los principales componentes de un sistema de bombeo mediante panel solar son los paneles solares mismos, ya sea individual o un conjunto conectado según sea la necesidad, un regulador de voltaje para mantener estable la energía que va a suministrarse al sistema de bombeo, un motor eléctrico de corriente continua (o en su defecto un motor AC, pero en este caso sería necesario el uso de un inversor), una bomba hidráulica y por último un tanque que sirva de almacenamiento para el agua bombeada (Paredes Rubio 2001).

El flujo de funcionamiento del sistema sigue el siguiente camino: el arreglo de paneles solares conectados ya sea en paralelo o en serie según la necesidad, se encargarán generar la energía requerida para el accionamiento del motor de la bomba. Seguido del arreglo de paneles, viene el regulador de voltaje, que consiste en un sistema de componentes electrónicos destinados a mantener un mismo nivel de voltaje a la salida de éste, sin importar el nivel de voltaje que emita el panel solar siempre y cuando este dentro de sus límites, de esta manera el sistema se asegura de que el motor de la bomba no se vea afectado por subidas o caídas de tensión debidas a la no constante radiación solar a lo largo del día.

Algo que se debe tener muy en cuenta es que sale mucho más económico el acumular agua en un tanque en lugar de acumular energía eléctrica en un banco de baterías. Esto también implica la ventaja de la disminución de los posibles efectos causados debido a las variaciones en el caudal hídrico de la zona debido al clima o factores externos que puedan interrumpir el flujo normal de agua desde la cual se realiza la captación para el sistema

de bombeo. Adicionalmente se debe tener en consideración que las baterías poseen un tiempo de vida limitado, que varía según el tipo y posteriormente deben de reemplazarse, a diferencia de los tanques de almacenamiento de agua que pueden durar mucho tiempo e incluso durante lo largo de la vida del proyecto.

Las necesidades del banco de baterías vienen principalmente de los requerimientos especiales que ameriten el bombeo de agua durante horas nocturnas, en las cuales no se tiene radiación solar alguna disponible para el sistema (Paredes Rubio 2001).

1.5. Formulación del problema.

¿Utilizando la energía solar fotovoltaica será posible suministrar de agua al Fundo Buenos Aires ubicado en el distrito de Tingo de Ponasa, provincia de Picota del departamento de San Martín?

1.6. Justificación del estudio.

La integración de un sistema de bombeo de agua utilizando energía solar fotovoltaica tiene las siguientes justificaciones:

Justificación Ambiental

En la actualidad, el cuidado del medio ambiente juega un papel muy importante en todos los aspectos de la generación de valor, por lo que el uso de energías renovables en una solución alentadora en reemplazo de la generación mediante la combustión de combustibles fósiles que afectan el medio ambiente, por lo que el uso de la energía solar fotovoltaica viene a ser una alternativa bastante llamativa en este aspecto.

Justificación Científica

Esta tesina promueve el uso de las energías no convencionales. Además, que servirá como antecedente para otras investigaciones relacionadas con el tema.

Justificación Social

El trabajo de investigación tiene como beneficio el poder mejorar de manera considerable es estilo y la calidad de vida tanto de las personas como de los animales en el Fundo “Buenos Aires”.

Justificación Técnica

El uso efectivo de la energía solar fotovoltaica mediante paneles solares viene a ser una opción que pretende mitigar los daños generados hacia la naturaleza, debido a esto se requiere de sistemas especializados y equipos que se implementen para poder aprovechar las diferentes aplicaciones de la energía solar fotovoltaica, dentro de las cuales se tiene al sistema de bombeo.

1.7. Hipótesis, características y tipos.

1.7.1. Hipótesis

Es posible suministrar agua al Fundo Buenos Aires mediante el uso de energía solar fotovoltaica.

1.8. Objetivos.

1.8.1. Objetivo General

Dimensionar un sistema de bombeo de agua para el Fundo Buenos Aires del distrito de Tingo de Ponasa utilizando energía solar fotovoltaica.

1.8.2. Objetivos Específicos

- a) Determinar la demanda de agua promedio diaria en Fundo Buenos Aires.
- b) Dimensionar el sistema de bombeo de agua utilizando energía solar fotovoltaica.
- c) Determinar el presupuesto referencial del sistema de bombeo de agua utilizando energía solar fotovoltaica.

II. METODO.

2.1. Diseño de investigación

El tipo de investigación es aplicada, ya que se hará uso de los conocimientos y bases teóricas de la ingeniería para dar solución al problema que es la falta de suministro de agua para satisfacer el requerimiento de personas y animales.

El tipo de investigación es descriptiva ya que pretende describir las características de la variable en estudio la cual viene a ser el sistema de bombeo solar fotovoltaico como se presenta en la realidad.

Es una investigación de datos primarios considerando que aquí los datos se han recogido en el lugar donde se desarrollará el proyecto, como es el número de habitantes y animales en el fundo Buenos Aires para que de esta manera se pueda obtener la demanda de agua.

2.2. Variables.

El trabajo de investigación cuenta con una variable dependiente que viene a ser el sistema de bombeo de agua solar fotovoltaico.

2.3. Operacionalización.

El cuadro de operacionalización de variables se muestra en el anexo 13, en donde se puede observar las definiciones conceptuales, operacionales y los indicadores con respecto a la variable indicada.

2.4. Población y muestra.

Se ha considerado para este estudio toda la población del fundo Buenos Aires que son los habitantes y animales del fundo ubicado en el Distrito de Tingo de Ponasa, provincia de Picota, departamento de San Martín.

2.5. Técnicas e instrumento de recolección de datos.

Técnicas

a) Observación directa.

Con esta técnica conoceremos el estado en que se encuentra el fundo Buenos Aires, esto incluyendo aspectos sociales, económicos y ambientales. Esto nos permitirá obtener el número de habitantes y de animales para poder determinar el consumo de agua promedio total del fundo.

b) Análisis de contenido

Esta técnica se utilizó para obtener información de diferentes bibliografías sobre sistemas de bombeo de agua utilizando energía solar fotovoltaica, así como para obtener los distintos datos de catálogos de los fabricantes a los que se hace mención en el presente trabajo.

Instrumentos

Se utilizó una ficha de observación para tomar nota de los datos recolectados en campo y una ficha de análisis documental para colocar los datos obtenidos de los distintos catálogos consultados.

2.6. Validez y Confiabilidad.

Validez: La validación de la siguiente del trabajo de investigación se realizó mediante el criterio de jueces por la cual el presente dimensionamiento del panel solar para el sistema de bombeo de agua del Fundo Buenos Aires de Tingo de Ponaza – Picota, Región San Martín, fue revisado por lo menos por 2 especialistas en la temática, quienes fueron el docente metodólogo, a

quien corresponde brindar la interpretación adecuada y un alto cuidado del proceso metodológico según lo estipulado en las guías aprobadas por la Universidad César Vallejo sobre las cuales se basa esta investigación, así mismo un ingeniero de la especialidad, quien revisó los resultados obtenidos en la presente investigación.

Confiabilidad: El presente trabajo de investigación empleó instrumentos que fueron necesarios para la investigación, los cuales ya fueron validados por distintos autores quienes ya han realizado estudios relacionados o con bastante relación al tema, debido a esto se citan a los autores y se añade el año de la publicación y el número de página respectivo desde la cual se obtuvo la información.

2.7. Método de análisis de datos.

El tratamiento que se le dará a los datos obtenidos de diferentes fuentes de la radiación solar será utilizando la estadística descriptiva, específicamente utilizaremos el valor de tendencia central como el promedio y también el valor mínimo de un conjunto de datos, con la finalidad de asegurarnos que aun en las peores condiciones nuestro sistema de bombeo logre suministrar el agua necesaria para el fundo. Con respecto a los consumos de agua por persona y animales utilizaremos valores promedios de consumo consultando diferentes bibliografías.

2.8. Aspectos éticos.

Confidencialidad: Todos los datos conseguidos del consumo de energía del sistema de bombeo domiciliario estudiado, fueron tratados con bastante confidencialidad y será utilizada únicamente para este trabajo.

Citaciones: Todo tipo de material referencial para esta investigación fue citado, siguiendo los estándares ISO 690 y 690-2 y APA 6ta Edición, respectivamente.

Dignidad y cordialidad: Se tuvo presente en todo momento de la investigación el respeto y la cordialidad hacia las personas entrevistadas.

III. RESULTADOS.

Para asegurar que el sistema de bombeo de agua energizado mediante energía solar fotovoltaica funcione de manera adecuada en el fundo Buenos Aires, se considerarán niveles de suministro de agua suficientes teniendo en cuenta que los animales de granja no pueden estar sometidos a estrés por falta del líquido elemento, así mismo no sería conveniente la falta de agua para consumo humano.

Para asegurar esto, se va a considerar lo indicado por la Organización Mundial de la Salud, que recalca que el consumo óptimo de agua por día por persona viene a ser de 100 litros tal como se menciona en su página web www.who.int y se muestra en el anexo 1, para el cual se califica un nivel de acceso óptimo al agua abastecida de manera continua. Del mismo modo se va a buscar un suministro adecuado de agua para los animales del fundo Buenos Aires, para lo cual se va a considerar la tabla indicada la revista española Ganadería Ecológica, en la cual se contemplan valores para las necesidades de consumo de agua de los animales de granja, de la cual se extrajo los siguientes datos, los cuales se encuentran en la ficha de registro análisis documental en el anexo 2:

- Bovinos adultos: 50 - 70 litros por cada animal por día.
- Caprinos: 6 - 12 litros por cada animal por día.
- Cerdos: 5 - 10 litros por cada animal por día.
- Aves ponedoras: 0.150 – 0.250 litros por cada animal por día.

Para asegurar un adecuado suministro, se considerará el escenario con mayor consumo por animal, es decir, se tomarán los datos máximos para cada caso, ya que en la zona de Picota se tienen niveles elevados de calor lo que podría aumentar el nivel de requerimiento de agua por animal llevándolo al valor máximo indicado en la tabla.

Con los datos obtenidos de las distintas fuentes, incluyendo la cantidad de personas y animales registrados en la ficha de registro de observación mostrada en el anexo 3, se puede obtener el requerimiento de agua diario se tienen las siguientes necesidades:

- 09 personas x 100 litros/día = 900 litros diarios para consumo humano.

- 32 vacas adultas x 70 litros/día = 2240 litros diarios para consumo vacuno.
- 10 cabras x 12 litros/día = 120 litros diarios para consumo caprino.
- 20 cerdos x 10 litros/día = 200 litros diarios para consumo porcino.
- 70 gallinas x 0.250 litros/día = 17.5 litros diarios para consumo avícola.

El volumen resultante de agua “V” que se requiere a modo de suministro por un solo día es de:

$$V = (900+2240+120+200+17.5) \text{ litros /día}$$

$$V = 3477.5 \text{ litros/día}$$

Considerando que las capacidades comerciales de los tanques se miden en metros cúbicos, se procede a realizar la conversión:

$$V = 3477.5 \text{ litros / día} \times 1 \text{ m}^3/1000 \text{ litros}$$

$$V = 3.48 \text{ m}^3/\text{día}$$

Con la cantidad de agua necesaria calculada, se puede seleccionar el tanque adecuado para abastecer al fundo Buenos Aires sin problema alguno durante un día completo. Con el requerimiento de almacenamiento claro, se procede a buscar la mejor opción en marcas nacionales que sean reconocidas, y para tal fin se escogió a la empresa ROTOPLAST, esto debido a que cuenta con tanques de capacidades mayores a 2500 litros a diferencia de otras empresas como Eternit las cuales también fueron consultadas.

Al revisar el catálogo de la empresa ROTOPLAST se tiene tanques de 2500/2800/5000 litros, por lo que se escogió el modelo 701085 - Tanque Cisterna de agua 5000 Litros tal como se describe en el registro de análisis documental mostrado en el anexo 4.

Considerando el tanque seleccionado se procedió a consultar a los catálogos de las principales marcas especialistas en el suministro de agua para sistemas de bombeo, siendo PEDROLLO uno de los fabricantes más importantes y de mayor prestigio en el mercado nacional, por lo que se procedió a realizar los cálculos teniendo como referencia uno de sus equipos más comerciales.

Para la secuencia del cálculo y el dimensionamiento se procedió de la siguiente manera:

- a) Se seleccionó la electrobomba sumergible que se adecúe a las necesidades del sistema.
- b) Se procedió a seleccionar el conductor adecuado para el cableado eléctrico.
- c) Se seleccionó el inversor adecuado para el sistema.
- d) Se dimensionó adecuadamente el banco de baterías para la autonomía requería.
- e) Se calculó el total de potencia requerida por el sistema, tanto como por consumo de los equipos principales, así como también por los distintos componentes del sistema.
- f) Se seleccionó el panel solar teniendo en cuenta la potencia requerida por el sistema y teniendo en cuenta el nivel de radiación solar que existe en la zona a instalarse.

Cabe resaltar que los datos de los componentes seleccionados desde el catálogo de los fabricantes respectivos se muestran en el anexo 4.

3.1. Selección Bomba Sumergible.

Realizando la consulta al catálogo de PEDROLLO se tiene la tabla 1, mostrada en el anexo 5, que ilustra los flujos brindados por distintos modelos de bombas sumergibles disponibles en el mercado nacional.

Como se puede apreciar en la tabla brindada por el fabricante, se tiene que el modelo más pequeño de electrobomba tiene una potencia de 0.55 kW, y puede abastecer un flujo que varía con respecto a la altura desde 0 a 38 litros por minuto, siendo la altura máxima 30 metros de abastecimiento a un flujo de 30 litros por minuto.

Considerando que el tanque de agua elevado estará ubicado a una altura menor a 10 metros sobre el nivel del suelo y la bomba sumergible estará a una profundidad de 20 metros bajo el nivel del suelo, sería suficiente el seleccionar el modelo de bomba 4SR7Gm/7 ya que, considerando una altura de 30 metros, se estaría logrando un flujo agua de 38 litros por minuto, lo que equivaldría a 2.3 metros cúbicos por hora.

Con los datos de la hoja técnica del fabricante, y considerando que la descarga del tanque será por gravedad, es decir, no se considerará algún sistema de

bombeo adicional para la descarga del tanque hacia el suministro para el consumo, se tienen lo siguiente como datos importantes de la bomba sumergible para la selección y el proyecto:

- Modelo seleccionado: 4SR7Gm/7.
- Potencia de la electrobomba: 0.55 kW.
- Tensión nominal: 220 V.
- Frecuencia nominal: 60 Hz.
- Flujo nominal brindado por el fabricante a una altura de 30 metros: 38 l/min.

3.2. Selección del conductor adecuado para el cableado eléctrico.

Según el catálogo, tenemos los datos de tensión y potencia nominal de la bomba sumergible, por lo que se puede proceder a realizar el cálculo de la intensidad de corriente eléctrica que deberán de soportar los conductores eléctricos para un adecuado funcionamiento.

Para el cálculo se tienen los siguientes datos:

- Potencia de la electrobomba: 0.55 kW.
- Tensión nominal: 220 V.

Conociendo la ley de WATT para el cálculo de la potencia, se pueden realizar los arreglos para obtener el consumo de corriente eléctrica de la bomba:

$$P = V \times I$$

En donde se tiene que:

P: Potencia activa del sistema.

V: Voltaje de trabajo del sistema.

I: Consumo de corriente del sistema.

Sin embargo, debido a que el motor eléctrico tiene una impedancia no lineal, se debe de considerar la influencia del factor de potencia en el consumo de corriente eléctrica, para lo cual ésta se agrega a la ecuación quedando de la siguiente manera:

$$P = V \times I \times \cos\phi$$

En donde se tiene que:

P: Potencia activa del sistema.

V: Voltaje de trabajo del sistema.

I: Consumo de corriente del sistema.

$\cos\phi$: Factor de potencia del sistema.

Para obtener el dato del factor de potencia, se realiza nuevamente la consulta al catálogo de PEDROLLO para sus motores sumergibles de baja potencia y al revisar la tabla de datos de los motores se obtiene el factor de potencia buscado, la tabla se muestra en el anexo 6.

Considerando los datos de la tabla consultada, para el motor de 0.55 kW se tiene un factor de potencia de 0.94, lo cual es un indicador de la eficiencia de los motores PEDROLLO y es una muestra de la calidad con la que se está trabajando.

Según lo indicado anteriormente ya se tienen todos los datos requeridos para realizar el cálculo de la intensidad de corriente que deben soportar los conductores eléctricos que van a llevar la energía hacia la bomba sumergible:

$$P = V \times I \times \cos\phi$$

En donde se tiene que:

P: Potencia activa del sistema.

V: Voltaje de trabajo del sistema.

I: Consumo de corriente del sistema.

$\cos\phi$: Factor de potencia del sistema.

Reemplazando con los datos obtenidos de los catálogos se procede a calcular el valor de la corriente eléctrica que requiere el motor de la bomba sumergible PEDROLLO:

$$0.55 \text{ kW} = 220 \text{ V} \times I \times 0.94$$

Realizando la transformación del múltiplo de la potencia para tener las mismas unidades, se convierte de 0.55 kW a 550 W y reemplazando en la fórmula se tiene que:

$$550W = 220 V \times I \times 0.94$$

Se procede a despejar y a calcular el valor de la intensidad de corriente:

$$I = 550W / (220 V \times 0.94)$$

$$I = 2.66 A$$

Como podemos observar en el cálculo realizado para obtener el amperaje que debe soportar el conductor eléctrico, tenemos el valor de 2.66 amperios, sin embargo, debido a que los componentes eléctricos pueden sufrir desperfectos o eventos que generen un mayor consumo de energía eléctrica se va a considerar un factor de seguridad de 1.5 para asegurar de que el conductor no sufra daño alguno durante la operación.

El flujo total de corriente con el que se seleccionará el conductor será de 1.5 veces el flujo de corriente del motor, lo que es igual a 1.5 multiplicado por 2.66 obteniendo como resultado 3.99 A.

Considerando el amperaje del motor procederemos a seleccionar el conductor adecuado que soporte dicho amperaje, para lo cual nos serviremos de los datos del fabricante de conductores INDECO, cuya tabla de características se muestra en el anexo 7. Esto adicionalmente toma en cuenta que INDECO es una marca con presencia a nivel nacional, lo cual asegura su disponibilidad.

Del catálogo consultado podemos observar que un conductor de 2.5 mm² soporta un flujo de corriente eléctrica de 27A considerando su instalación al interior de una tubería eléctrica, por lo que podemos tomar con seguridad este conductor ya que el amperaje calculado para la instalación de la bomba sería de solamente 3.99 A.

Por lo tanto, el conductor a seleccionar será el THW-90 de 2.5 mm².

3.3. Selección del inversor.

Debido a que se conoce la potencia eléctrica que requiere la electrobomba, podemos proceder a seleccionar el inversor adecuado.

Al momento de buscar inversores disponibles en el mercado, se logró ubicar a la marca Solinba, la cual ofrece inversores de distintas potencias y adecuados a distintas aplicaciones. De la revisión del catálogo de Solinba, mostrado en el anexo 8, se puede verificar que posee potencias de 500 watts y 1000 watts, por lo cual se hace clara la elección para el inversor:

a. 1000w on Grid Solar Inverter DC11-28v/AC230v

Cabe recalcar que el sistema on Grid corresponde al sistema que se acopla a la red eléctrica domiciliaria y permite inclusive la venta de energía eléctrica al concesionario mediante inyección de energía eléctrica a la red pública, sin embargo, en este caso solamente se requiere que trabaje para el sistema de bombeo del fundo Buenos Aires.

El inversor seleccionado será el de 1000w on Grid Solar Inverter DC11-28v/AC230v que según el fabricante presenta las siguientes características:

- Rango de voltaje de trabajo DC: 11 – 28 v
- Salida de voltaje AC: 180 – 260 v
- Potencia normal de salida: 940W
- Potencia máxima de salida: 1000W
- Frecuencia de salida: 46-65Hz
- Consumo de energía del inversor: 0.5W
- Factor de potencia 0.99

3.4. Selección del banco de baterías.

Para la selección del banco de baterías, se debe considerar el consumo total del sistema, para lo debemos tener en consideración los consumos de la electrobomba, el conductor eléctrico y el inversor.

De lo seleccionado anteriormente tenemos las siguientes potencias obtenidas del catálogo de los fabricantes:

- Consumo de potencia de la electrobomba: 550 W.
- Consumo de potencia propia del inversor: 0.5 W.

Sin embargo, para realizar el cálculo del banco de baterías, se hace necesario conocer el consumo de corriente eléctrica por hora para determinar así los amperios – hora que requiere el sistema para su correcto funcionamiento.

Se procede a calcular el consumo de corriente eléctrica para la electrobomba sumergible y el inversor.

Para el caso de la electrobomba sumergible se tiene como referencia el cálculo realizado para el conductor, en el cual se conoce el amperaje del motor de la electrobomba sumergible la electrobomba, siendo este de 3.9A.

En el caso del inversor, se hace necesario el cálculo del consumo de corriente según el dato de potencia consumida por el propio inversor, dato que se obtuvo desde la página web del fabricante:

- Consumo de energía del inversor: 0.5W
- Factor de potencia 0.99

Para el cálculo de la corriente eléctrica se hace necesario el volver a utilizar la siguiente fórmula estandarizada para cálculo de potencias en sistemas de corriente alterno monofásicos:

$$P = V \times I \times \cos\phi$$

En donde se tiene que:

P: Potencia activa del sistema.

V: Voltaje de trabajo del sistema.

I: Consumo de corriente del sistema.

Cosφ: Factor de potencia del sistema.

Despejando la fórmula para realizar el cálculo del consumo de corriente alterna propia del inversor, se tiene lo siguiente:

$$\frac{P}{V \times \cos\phi} = I$$

$$\frac{0.5}{220 \times 0.99} = I \quad I = 0.00229A$$

Corriente de consumo del inversor: 0.00229 A.

Cálculo de consumo de corriente eléctrica del sistema:

$$\begin{aligned} \text{Consumo Total de corriente del sistema} = \\ \text{Consumo de corriente del Inversor} + \\ \text{Consumo de Corriente de la Electrobomba} \end{aligned}$$

$$\text{Consumo Total de corriente del sistema} = 0.00229 \text{ A} + 3.99 \text{ A}$$

$$\text{Consumo Total de corriente del sistema} = 3.99229 \text{ A}$$

Una vez calculado el consumo de corriente eléctrica que va a tener el sistema, se debe definir el tiempo de autonomía que debería de brindar el banco de baterías para abastecer al sistema de bombeo solar fotovoltaico del fundo Buenos Aires sin ningún inconveniente, asegurando su operatividad ante eventos de baja carga por poca radiación solar o durante la noche.

Considerando el volumen de agua que se va a almacenar en el tanque elevado y el flujo de abastecimiento de agua que puede suministrar la electrobomba sumergible, se puede calcular el tiempo de llenado del tanque elevado considerando lo siguiente:

$$\text{Capacidad del tanque de agua} = 5000 \text{ Litros}$$

$$\text{Capacidad de bombeo de la electrobomba} = 38 \text{ litros por minuto.}$$

$$\text{Tiempo total de Llenado del Tanque de agua} =$$

$$\frac{\text{Capacidad del tanque de agua}}{\text{Capacidad de bombeo de la electrobomba}}$$

$$\text{Tiempo total de Llenado del Tanque de agua} = \frac{5000 \text{ Litros}}{38 \text{ Litros/minuto}}$$

$$\text{Tiempo total de Llenado del Tanque de agua} = 131.58 \text{ minutos.}$$

Con el tiempo total de llenado del tanque de agua se procede a calcular el total de consumo de corriente eléctrica que va a tener el sistema durante el llenado del tanque de agua, para lo cual se relaciona el tiempo de llenado del tanque de agua y el consumo total de corriente eléctrica del sistema. Adicionalmente, se procede a brindar un factor de seguridad para asegurar que el banco de baterías pueda abastecer de energía al sistema con una autonomía de 02 días considerando que

durante ese periodo de tiempo atípico suceda un cambio anormal en el clima que no permita la recarga del banco de baterías mediante el panel solar.

Ejecución del cálculo de la capacidad del banco de baterías.

Datos:

Tiempo de llenado del tanque de agua = 131.58 minutos.

Consumo de corriente eléctrica total del sistema = 3.99229 A

Factor de seguridad para asegurar autonomía del banco de baterías = 2

Conversión del tiempo de llenado a horas: 131.58 minutos x 1 hora / 60 minutos

Tiempo de llenado del tanque de agua en horas = 2.19 horas.

Relación entre el amperaje y el tiempo de llenado del tanque de agua: 2.19h x 3.99229A

Relación entre el amperaje y el tiempo de llenado del tanque de agua= 8.743 Ah

Utilización del factor de seguridad para aumentar la autonomía del banco de baterías y cálculo de la capacidad de almacenamiento del banco de baterías:

Capacidad del banco de baterías = 2 x 8.743 Ah

Capacidad del banco de baterías = 17.486 Ah

Según lo calculado, la capacidad de almacenamiento del banco de baterías debe ser de 17.486 Ah, con lo cual se procede a buscar en el catálogo del proveedor.

Se seleccionó el proveedor AutoSolar, quienes son proveedores a nivel nacional de baterías y poseen baterías de distintas capacidades tal como se muestra en el anexo 9. Siendo los rangos comerciales de capacidad de 12Ah y luego de 26Ah, se hace la elección la batería de mayor capacidad, la cual que sería la batería RITAR 12V 26Ah RT AGM y presenta las siguientes características.

- Voltaje de la Batería: 12V
- Amperios-Hora de la Batería: 26Ah
- Mantenimiento de la Batería: Libre de Mantenimiento

- Aplicaciones de Uso de la Batería: Telecomunicaciones, repetidores, instalaciones solares, baterías para uso en lugares cerrados.

Como datos relevantes de la selección de la batería para el sistema de bombeo se tiene que el voltaje es de 12V, y el inversor funciona a partir de 11V, por lo que no se tendrían problemas de compatibilidad entre el inversor y la batería.

El tiempo de autonomía de la batería es de 26 horas a un consumo de 1 Amperio por hora, siendo lo requerido solamente 17.486Ah, la batería sería suficiente para asegurar el llenado del tanque de agua por incluso 02 veces.

3.5. Cálculo de la potencia total consumida del sistema.

Con las potencias identificadas en el punto 3.4 se obtiene la potencia total consumida por el sistema.

- Consumo de potencia de la electrobomba: 550 W.
- Consumo de potencia propia del inversor: 0.5 W.

Consumo total de Potencia del Sistema: 550.5 W.

3.6. Selección del panel solar

Para proceder con la selección del panel solar, se optó por la marca Prostar, que tiene presencia a nivel nacional y cuenta con una amplia cartera de productos dedicados al uso de a la energía solar, se muestra el catálogo en el anexo 10.

Se seleccionó el panel solar modelo PMS100W de Prostar debido a que cuenta con las siguientes características que se adecúan al sistema:

- Potencia máxima: 100Wp
- Voltaje máximo: 18V
- Corriente eléctrica máxima: 5.56A
- Rango de temperatura de operación: -40°C to +85°C
- Cables de conexión de salida: 1×2.5 mm²
- Condiciones de prueba estándar (STC): Radiación de 1000W/m², temperatura 25°C
- Temperatura nominal de operación del a celda: Radiación de 800W/m², velocidad de viento 1m/s, temperatura ambiente 20°C

El panel solar, al ser de un poco más de 5 amperios de capacidad, como flujo de corriente eléctrica, se puede calcular de manera rápida en cuanto tiempo procederá a cargar de manera completa la batería de 26 Ah que se ha seleccionado según catálogo:

Cantidad de carga para llenado de batería: 26Ah

Cantidad de corriente suministrada por el panel: 5.5A

Cálculo del tiempo de carga de la batería:

$$T = 26\text{Ah}/5.5 \text{ A}$$

$$T = 4.73\text{h}$$

El panel solar cargará completamente la batería en un lapso de 4.73 horas, con lo cual se tiene asegurado el correcto funcionamiento del sistema de bombeo solar fotovoltaico para el fundo Buenos Aires.

Adicionalmente, para la operación del panel solar se debe tener en cuenta que la zona en la que se va a realizar la instalación debe tener bastante nivel de radiación solar para asegurar la generación del voltaje y corriente adecuados para el sistema, para lo cual se hace necesario revisar el mapa de radiación solar que se encuentra disponible en la página del gobierno SENAMHI y a su vez consultar el Atlas de Energía solar del Perú, tal como se muestra en el anexo 11, del cual podemos observar que los niveles más bajos de radiación solar en la zona en la que será montado el panel solar se cuenta con un nivel de radiación de más de $3\text{kW}/\text{m}^2$, es decir $3000\text{W}/\text{m}^2$ con respecto a los $1000\text{W}/\text{m}^2$ que requiere el panel solar para su normal funcionamiento.

Así mismo, revisando la página del SENAMHI se corrobora que el nivel de radiación solar en Picota es de nivel 10, es decir, alto tal como se muestra en el anexo 12.

Consolidación de los Resultados

Con todos los cálculos efectuados, y los componentes seleccionados adecuadamente para el sistema de bombeo para el fundo Buenos Aires, se procede a elaborar la lista con los componentes del sistema y sus respectivas características:

- Tanque de agua:
 - o Rotoplast - Tanque cisterna de 5000 litros.

- Electrobomba Sumergible:
 - Pedrollo - 4SR7Gm/7, 0.55kW, 220V y 38 L/min.
- Conductor eléctrico:
 - INDECO - THW-90 de 2.5 mm².
- Inversor:
 - Solinba - 1000w on Grid Solar Inverter DC11-28v/AC230v.
- Batería:
 - RITAR - 12V 26Ah RT AGM.
- Panel Solar:
 - Prostar - PMS100W, 18V, 5.56A.

Costos de los componentes:

Una vez se tienen todos los componentes del sistema seleccionado, se realizaron las consultas de precios y se hace mención a la siguiente lista de precios:

- Rotoplast, Tanque cisterna de 5000 litros = S/. 4,202.00
- Eletrobomba Sumergible Pedrollo - 4SR7Gm/7 = S/. 2,137.66
- Conductor eléctrico INDECO - THW-90 de 2.5 mm² = S/. 105.00
- Inversor Solinba - 1000w on Grid Solar Inverter DC11-28v/AC230v = S/. 592.93
- Batería: RITAR - 12V 26Ah RT AGM = S/. 295.00
- Panel Solar Prostar - PMS100W = S/. 300.00

El costo total de los componentes del sistema asciende a: S/. 7,632.59

IV. DISCUSIÓN

Con los resultados obtenidos y los análisis efectuados, podemos afirmar de la misma manera que Alvares (2017), que el sistema de bombeo energizado mediante energía solar fotovoltaica cumplirá con las exigencias planteadas y requeridas por el fundo Buenos Aires, y que suministrará energía para el sistema de bombeo que será utilizado para abastecer de agua tanto a las personas como a los animales del fundo.

De las bondades brindadas por el sistema de bombeo solar fotovoltaico, se recalcan las mismas indicadas por Salmeron (2014), las cuales vienen a ser su tiempo de vida útil, ahorro en cuanto al consumo de energía eléctrica, el cuidado al medio ambiente que suponen estos sistemas en comparación a otros sistemas de generación de energía y la confiabilidad del sistema.

A diferencia de lo indicado por Collado (2009), el sistema de bombeo solar fotovoltaico está diseñado para cubrir el consumo de energía en su totalidad, ya que solamente se contempla el consumo del propio sistema, sin ser necesario el suministrar a la red pública de energía potencia alguna.

El sistema de bombeo solar fotovoltaico va de la mano con las conclusiones a las que llegó Alata (2015) al indicar que este tipo de sistemas de bombeo energizados mediante energía solar fotovoltaica representan una solución magnífica a las necesidades de agua de las zonas rurales.

V. CONCLUSIONES

- Se logró dimensionar, mediante cálculos y selección de catálogos, la potencia requerida para el panel solar que requiere el sistema de bombeo para el fundo Buenos Aires del Distrito de Tingo de Ponasa Provincia Picota de la Región San Martín, para asegurar su funcionamiento adecuado.

- Se logró determinar la potencia consumida por el motor del sistema de bombeo del fundo Buenos Aires del Distrito de Tingo de Ponasa, Provincia Picota de la Región San Martín gracias a los datos completos que el fabricante coloca en sus catálogos, acortando así los tiempos para el cálculo y acelerando el proceso de dimensionamiento para la instalación de sus productos.

- Se logró determinar el costo referencial del sistema de bombeo de agua fotovoltaico para fundo Buenos Aires del Distrito de Tingo de Ponasa, Provincia Picota de la Región San Martín considerando proveedores nacionales y de fácil acceso.

- Se logró determinar el nivel de radiación solar que se tiene en el distrito de Tingo de Ponasa, Provincia Picota de la Región San Martín gracias a los datos del SENAMHI que se encuentran en el mapa de radiación solar nacional.

VI. RECOMENDACIONES.

- Sería necesario realizar un estudio para determinar el consumo de energía eléctrica que podría tener el fundo Buenos Aires para ampliar el sistema de generación fotovoltaica y lograr energizar todo el fundo Buenos Aires y no solamente su sistema de bombeo para suministro de agua.
- Se recomienda el realizar un análisis del agua suministrada para evaluar la posibilidad de realizar un tratamiento para volver potable el agua del tanque y de esta manera mejorar la calidad de agua usada en el fundo y minimizar el riesgo de posibles infecciones o problemas a la salud humana.

REFERENCIAS

DE LAS HERAS, Salvador. Fluidos, Bombas e Instalaciones Hidráulicas. Catalunya: Oficina de Publicacions Acadèmiques Digitals de la UPC, 2011. 417 pp. ISBN: 978-84-7653-893-7

Senatel Telecomunicaciones. *Instalación de Sistemas Fotovoltaicos* [en línea]. Pamplona (España). Mayo 2008 [Fecha de consulta: 07 de abril 2019]. Disponible en: <https://es.scribd.com/presentation/27281511/sistema-fotovoltaico>

Energía Solar. *Energía Solar Térmica* [en línea]. Abril 2019 [Fecha de consulta: 05 de junio 2016]. Disponible en: <http://solar-energia.net/energia-solar-termica>

Pedrollo. *Electrobombas sumergidas de 4"* [en línea]. [Fecha de consulta: 08 de junio 2016]. Disponible en: https://autosolar.pe/pdf/PEDROLLO_4SR.pdf

SUNASS. *SUNASS en Acción - Boletín Virtual de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento* [en línea]. Lima (Perú). Febrero 2016 [Fecha de consulta: 09 de junio 2019]. Disponible en: <https://www.sunass.gob.pe/boletin2016/febrero/notacentral1.html>

Promelsa. *Catálogo INDECO – THW – 90* [en línea]. Lima (Perú). [Fecha de consulta: 07 de junio 2016]. Disponible en: <http://www.promelsa.com.pe/pdf/1000464.pdf>

Solinba. *Catálogo 500w Pure Sine Wave on Grid Tie Solar Inverter* [en línea]. [Fecha de consulta: 06 de junio 2019]. Disponible en: http://solinba.net/page60?product_id=54&brd=1

AutoSolar. *Baterías 12V* [en línea]. Lima (Perú). Marzo 2016 [Fecha de consulta: 09 de junio 2016]. Disponible en: <https://autosolar.pe/baterias-solares/baterias-12v>

SENAMHI. *Pronóstico de radiación UV máximo* [en línea]. Lima (Perú). [Fecha de consulta: 09 de junio 2019]. Disponible en: <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=radiacion-uv>

Ganadería Ecológica. *El Agua en la Ganadería Ecológica* [en línea]. Madrid (España). [Fecha de consulta: 09 de junio 2019]. Disponible en: <http://www.agroecologia.net/recursos/adge/articulos/agua%20ganaderia1%20jul-ago%2004.pdf>

ROTOPLAST. *Catálogo Cisternas* [en línea]. Lima (Perú). [Fecha de consulta: 09 de junio 2019]. Disponible en: <https://www.rotoplas.com.pe/cisterna>

Senatel Telecomunicaciones. *Instalación de Sistemas Fotovoltaicos* [en línea]. Pamplona (España). Mayo 2008 [Fecha de consulta: 07 de abril 2019]. Disponible en: <https://es.scribd.com/presentation/27281511/sistema-fotovoltaico>

Organización Mundial de la Salud. *La cantidad de agua domiciliaria, el nivel del servicio y la salud* [en línea]. Ginebra (Suiza). 2003 [Fecha de consulta: 07 de junio 2019]. Disponible en: https://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/wsh0302/es/

ANEXOS

Anexo 1. Tabla de consumo de agua – OMS.

Nivel del servicio	Medición del acceso	Necesidades atendidas	Nivel del efecto en la salud
Sin acceso (cantidad recolectada generalmente menor de 5 l/r/d)	Más de 1.000 m ó 30 minutos de tiempo total de recolección	Consumo – no se puede garantizar Higiene – no es posible (a no ser que se practique en la fuente)	Muy alto
Acceso básico (la cantidad promedio no puede superar 20l/r/d)	Entre 100 y 1.000 m ó de 5 a 20 minutos de tiempo total de recolección	Consumo – se debe asegurar Higiene – el lavado de manos y la higiene básica de la alimentación es posible; es difícil garantizar la lavandería y el baño a no ser que se practique en la fuente	Alto
Acceso intermedio (cantidad promedio de aproximadamente 50 l/r/d)	Agua abastecida a través de un grifo público (o dentro de 100 m ó 5 minutos del tiempo total de recolección)	Consumo – asegurado Higiene – la higiene básica personal y de los alimentos está asegurada; se debe asegurar también la lavandería y el baño	Bajo
Acceso óptimo (cantidad promedio de 100 l/r/d y más)	Agua abastecida de manera continua a través de varios grifos	Consumo – se atienden todas las necesidades Higiene – se deben atender todas las necesidades	Muy bajo

Anexo 2. Tabla de consumo de agua en animales.

ESPECIE ANIMAL	NECESIDADES DE AGUA	OBSERVACIONES
Bovinos adultos	50 -70 litros / animal / día Por peso y producción: 7- 9 litros / 100 Kg. de peso vivo, (en vacuno lechero y de carne), más 3 - 5 litros / litros /Kg. de leche producida Por la dieta: 4 - 5 litros / Kilo de materia seca	Menor cantidad ingerida cuando consumen forrajes frescos, ensilados, etc., y también en vacas secas.
Terneros	15 - 30 litros / animal / día	Hasta 6 meses de edad
Ovinos y caprinos	4 litros / ovino /día (cuando consumen alimentos secos) 6 -12 litros / caprino /día 6 litros / ovino / día (lactación) Por la dieta: 2 -3 litros/ Kg. de materia seca en ovino y 4 -5 litros /Kg. en caprino	Menor cantidad cuando consumen alimentos frescos
Corderos de cebo	2 – 3 litros /animal / día	Menor consumo con forrajes frescos
Cerdas en gestación	12 – 15 litros / animal / día	
Cerdas lactantes	15 – 25 litros / animal / día	
Cerdos cebo Recrío	De 50 -100 Kilos: 5 -10 litros / animal / día De 20 - 50 Kilos: 3 - 4 litros/ animal/ día	
Aves	1º día de vida: 15 - 80 cm ³ / pico / día 2º mes: 80 - 125 cm ³ / pico / día 3º al 6º mes: 125 – 150 cm ³ / pico / día Ponedoras: 150 – 250 cm ³ / pico / día	En general el consumo aproximado es el doble de la materia seca a una temperatura de gallinero de 16C°.
Conejos	250 – 700 cm ² / animal / día, según la edad y estado de los animales, cuando están alimentados con materias secas En lactación alrededor de 2 litros / cabeza/ día	

Anexo 3. Registro de datos de observación.

REGISTRO DE OBSERVACIÓN

N°	Detalle	Cantidad
1	Vacas adultas	32
2	Cabras	10
3	Cerdos	20
4	Gallinas	70
5	Personas	9

Anexo 4. Registro de análisis Documental

N°	Equipo	Marca	Modelo/Tipo	Principales Características	Precio (S/.)
1	Tanque de Agua	ROTOPLAST	Cisterna	5000 L	S/. 4,202.00
2	Electrobomba sumergible	PEDROLLO	4SR7Gm/7	0.55kW - 220V - 38L/min	S/. 2,137.66
3	Conductor Eléctrico	INDECO	THW-90	2.5mm ² - 27A - 100m	S/. 105.00
4	Inversor	SOLINBA	Grid Solar Inverter	1000W/DC11-28V/AC230V	S/. 592.93
5	Batería	RITAR	RT AGM	12V - 26Ah	S/. 295.00
6	Panel Solar	PROSTAR	PMS100W	100Wp - 18V - 5.56A	S/. 300.00

Anexo 5. Tabla de bombas Pedrollo y selección de la bomba para el proyecto.

MODELO		POTENCIA (P ₂)		Q m ³ /h l/min	0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8	2.1	2.3
Monofásica	Trifásica	kW	HP		0	5	10	15	20	25	30	35	38
4SR7Gm/7	4SR7G/7	0.55	0.75		134	129	120	111	101	87	71.5	48.5	30
4SR7Gm/10	4SR7G/10	0.75	1	H metros	176	170	158.5	147.5	134	115.5	93	61	36
4SR7Gm/15	4SR7G/15	1.1	1.5		228	216	202.5	189	170.5	149	120	80	50
4SR7Gm/20	4SR7G/20	1.5	2		289	277	260.5	240.5	216	185.5	149	100.5	64
4SR7Gm/30	4SR7G/30	2.2	3		355	340	320	290	257	220	172	120	80

Q = Caudal H = Altura manométrica total

Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO9906 Grado 3B.

Anexo 6. Tabla de prestaciones de motores sumergidos Pedrollo.

DATOS DE PRESTACION

Versiones monofásicas									
MODELO	Potencia nominal		Carga axial	Rev.	Corriente arranque	Factor de potencia	Condensador (VL=450V)	h	Peso
	P2				Corriente en el Service Factor				
220 V / 60 Hz	kW	HP	N	rpm		cos φ	μF	mm	kg
4PDm / 0.50	0.37	0.50		3450	2.7	0.95	20	331	7.2
4PDm / 0.75	0.55	0.75		3420	2.1	0.94	25	356	8.5
4PDm / 1	0.75	1	2000	3435	2.4	0.94	35	371	10.2
4PDm / 1.5	1.1	1.5		3425	2.5	0.93	40	386	11.3
4PDm / 2	1.5	2		3445	2.6	0.90	60	436	11.7
4PDm / 3	2.2	3		3425	2.9	0.92	75	481	14.9

Anexo 7. Tabla de conductores INDECO.

TABLA DE DATOS TECNICOS THW - 90 (mm ²)								
CALIBRE CONDUCTOR	NUMERO HILOS	DIAMETRO HILO	DIAMETRO CONDUCTOR	ESPESOR AISLAMIENTO	DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE (*)	
		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	AIRE A	DUCTO A
2.5	7	0.66	1.92	0.8	3.5	32	37	27
4	7	0.84	2.44	0.8	4.1	47	45	34
6	7	1.02	2.98	0.8	4.6	67	61	44
10	7	1.33	3.99	1.1	6.2	117	88	62
16	7	1.69	4.67	1.5	7.7	186	124	85
25	7	2.13	5.88	1.5	8.9	278	158	107
35	7	2.51	6.92	1.5	10	375	197	135
50	19	1.77	8.15	2	12.3	520	245	160
70	19	2.13	9.78	2	13.9	724	307	203
95	19	2.51	11.55	2	15.7	981	375	242
120	37	2.02	13	2.4	18	1245	437	279
150	37	2.24	14.41	2.4	19.4	1508	501	318
185	37	2.51	16.16	2.4	21.1	1866	586	361
240	37	2.87	18.51	2.4	23.5	2416	654	406
300	37	3.22	20.73	2.8	26.5	3041	767	462
400	61	2.84	23.51	2.8	29.3	3846	908	541
500	61	3.21	26.57	2.8	32.3	4862	1037	603

Anexo 8. Selección de inversor Solinba.

The default sort

Total price ↓

Sales ↓


Review ↓

U.S.\$

- U.S.\$


Confirm

Confirm




1000w on Grid Solar Inverter
DC22-56v/AC110v for North
America customer
[1000w on Grid Inverter](#)

市场价: ~~U.S.\$ 200.00~~
价格: **U.S.\$ 179.99**




1000w on Grid Solar Inverter
DC22-56v/AC230v
[1000w on Grid Inverter](#)

市场价: ~~U.S.\$ 200.00~~
价格: **U.S.\$ 179.99**



1000w on Grid Solar Inverter
DC11-28v/AC230v
[1000w on Grid Inverter](#)

市场价: ~~U.S.\$ 200.00~~
价格: **U.S.\$ 179.99**



1000w on Grid Solar Inverter
DC11-28v/AC110v
[1000w on Grid Inverter](#)

市场价: ~~U.S.\$ 200.00~~
价格: **U.S.\$ 179.99**

<

1

>

Anexo 9. Selección de Batería RITAR.



S/. 60,64

Batería AGM 12V 7.2Ah Upower



S/. 61,57

Batería AGM 12V 9Ah Kaise



S/. 75,39

Batería RITAR 12V 9Ah RT AGM



S/. 111,44

Batería RITAR 12V 12Ah RT AGM



S/. 160,11

Batería AGM 12V 17Ah Liven



S/. 295,00

Batería RITAR 12V 26Ah RT AGM



S/. 506,42

Batería RITAR 12V 55Ah RA AGM



S/. 631,76

Batería RITAR 12V 100Ah RA AGM



S/. 852,89

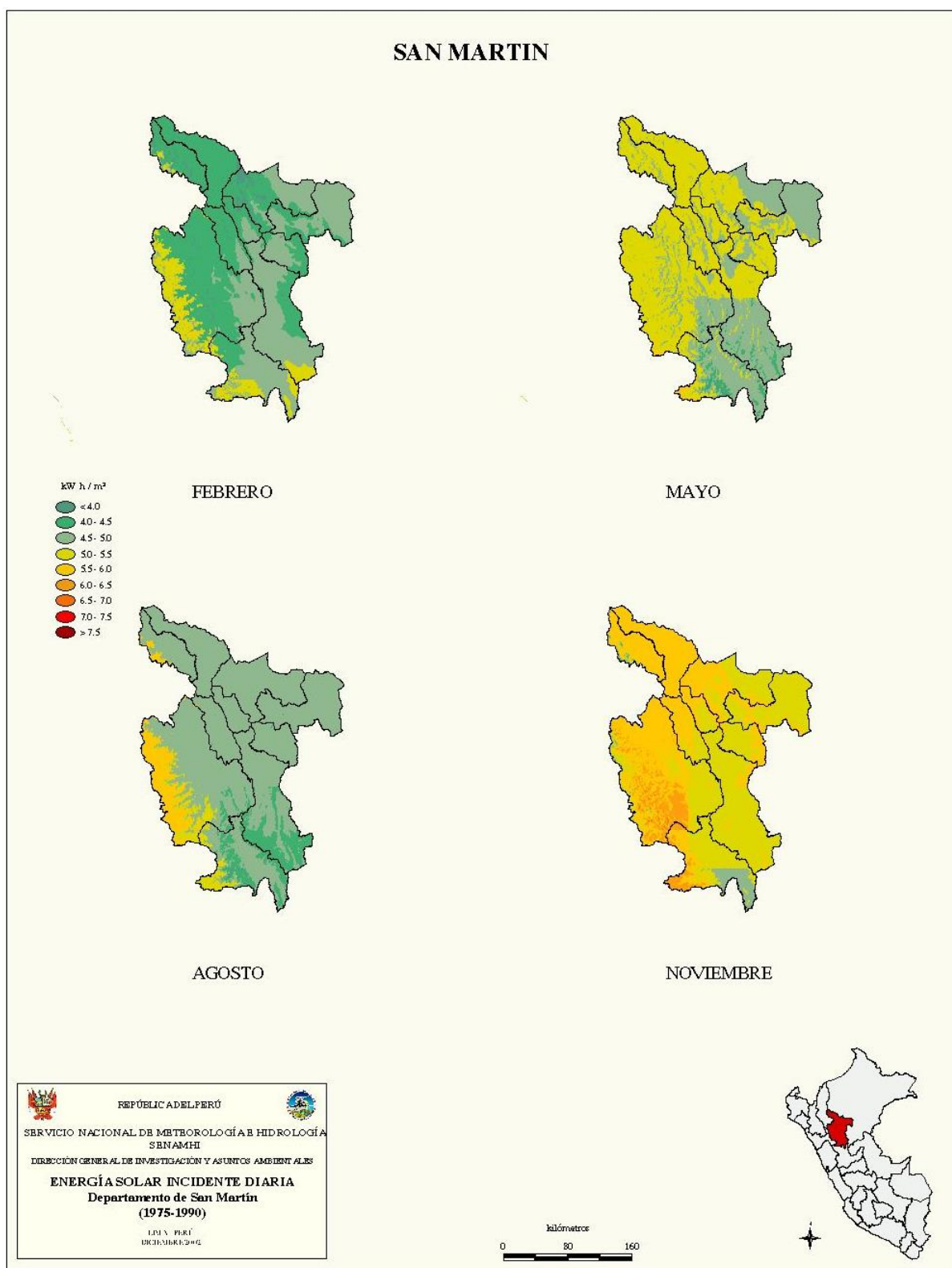
Batería Narada 12V 100Ah AGM

Anexo 10. Tabla de Paneles solares ProStar.

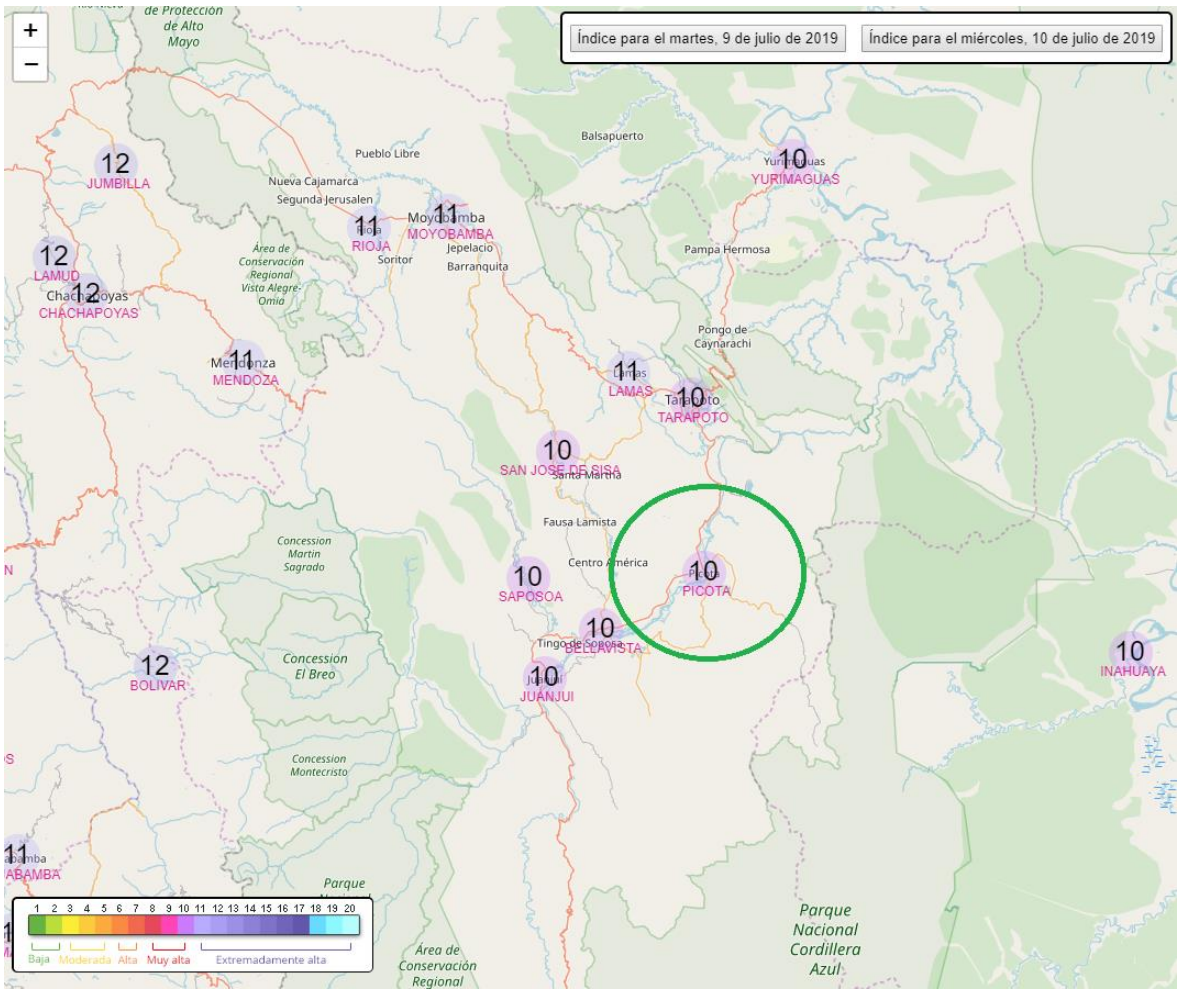
Características del Producto

No. de Modelo	PMS85W	PMS90W	PMS95W	PMS100W	PMS105W
Características Eléctricas en STC					
Potencia Máxima (Pmax)	85 Wp	90 Wp	95 Wp	100 Wp	105 Wp
Tensión en el Punto de Máxima Potencia (Vmax)	18 V	18 V	18 V	18 V	18 V
Corriente en el punto de máxima potencia (Imax)	4,72 A	5 A	5,28 A	5,56 A	6,11 A
Tensión en Circuito Abierto (Voc)	22,5 V	22,5 V	22,5 V	22,5 V	22,5 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	5,1 A	5,4 A	5,7 A	6 A	6,6 A
Eficiencia	16,69 %	16,38 %	17,29 %	16,96 %	16,93 %
Tolerancia de Potencia (+)	+ 5 %	+ 5 %	+ 5 %	+ 5 %	+ 5 %
Condiciones de prueba estándar (STC): Masa de aire AM 1,5, radiación 1000W/m ² , temperatura de célula 25°C,					

Anexo 11. Atlas Solar del Perú.



Anexo 12. Mapa de Radiación Solar – SENAMHI.



Anexo 13. Operacionalización de Variables.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES
Sistema de bombeo de agua	El sistema de bombeo de agua tiene como principal objetivo el llevar agua a través de ductos hacia los lugares requeridos para el proceso.	Dimensionamiento y especificación de los equipos del sistema de bombeo de agua para satisfacer la demanda de agua.	Caudal diario requerido (m ³). Dimensionamiento de la bomba sumergible. Dimensionamiento de paneles fotovoltaicos (Wp). Dimensionamiento de conductores eléctricos (mm ²) Dimensionamiento el tanque de almacenamiento (m ³).

Anexo 14. Instrumento - Registro de Observación.

REGISTRO DE OBSERVACIÓN

N°	Detalle	Cantidad

Anexo 15. Instrumento - Registro de Análisis Documental.

REGISTRO DE ANÁLISIS DOCUMENTAL

N°	Equipo	Marca	Modelo/Tipo	Principales Características	Precio (S/.)
1					
2					
3					
4					
5					
6					

Título: DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA PARA EL FUNDO “BUENOS AIRES” DISTRITO DE TINGO DE PONASA EN LA PROVINCIA DE PICOTA, UTILIZANDO ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Técnica e Instrumentos
Problema general: ¿Utilizando la energía solar fotovoltaica será posible suministrar de agua al Fundo Buenos Aires ubicado en el distrito de Tingo de Ponasa, provincia de Picota del departamento de San Martín?	Objetivo general: Dimensionar un sistema de bombeo de agua para el Fundo Buenos Aires del distrito de Tingo de Ponasa utilizando energía solar fotovoltaica. Objetivos específicos: Determinar la demanda de agua promedio diaria en Fundo Buenos Aires. Dimensionar el sistema de bombeo fotovoltaico. Determinar el presupuesto referencial del sistema de bombeo de agua utilizando energía solar fotovoltaica.	Hipótesis general: ¿Utilizando la energía solar fotovoltaica entonces con el dimensionamiento de un sistema de bombeo eficiente el Fundo Buenos Aires tendrá suministro de agua en forma continua y eficiente?	Técnica: Observación directa La Entrevista Análisis de contenido Instrumentos: Para la observación directa: Cuaderno de Apuntes y fotografías Para entrevistas: Cuaderno y Lapicero. Para el Análisis del contenido. Se mencionan las revistas especializadas, catálogos de fabricantes y páginas web.
Diseño de investigación	Población y muestra	Variables y dimensiones	
Investigación aplicada, descriptiva y de datos primarios	Se ha considerado para este estudio toda la población del fundo Buenos Aires que son los habitantes y animales del fundo ubicado en el Distrito de Tingo de Ponasa, provincia de Picota, departamento de San Martín.	Variables:	Dimensiones:
		Sistema de bombeo de agua	Caudal diario requerido (m ³). Dimensionamiento de la bomba sumergible. Dimensionamiento de paneles fotovoltaicos (Wp). Dimensionamiento de conductores eléctricos (mm ²) Dimensionamiento el tanque de almacenamiento (m ³).
		Radiación solar	Nivel de irradiación solar promedio por día (Kwh/m ² /día)

INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

I. DATOS GENERALES

Apellidos y nombres del experto: Dr. Rubio Luna Victoria, Edward Freddy

Institución donde labora : Universidad Cesar Vallejo

Especialidad : Ingeniero de Sistemas

Instrumento de evaluación : Guía de observación estructurada

Autor (s) del instrumento (s) : Carlos Enrique Cuzco García

: Marlon López Pereyra

: Jhon Carlos Paredes Tananta

: Rene Aldo Rivera Torres

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.				4	
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Deformación de las placas del transportador de mandil y la productividad del chancado caliza, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.				4	
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Deformación de las placas del transportador de mandil y la productividad del chancado caliza.				4	
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.				4	
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				4	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.				4	
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.					5
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Deformación de las placas del transportador de mandil y la productividad del chancado caliza.					5
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.					5
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					5
PUNTAJE TOTAL						

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

44

Tarapoto, 25 de Julio de 2019


 Edward F. Rubio Luna Victoria
 ING. DE SISTEMAS
 R. CIP. 116883

CONSTANCIA


VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Por la presente se deja constar de haber revisado los instrumentos de investigación para ser utilizados en la investigación, cuyo título es: **"Dimensionamiento de un sistema de bombeo de agua para el fundo Buenos Aires distrito de Tingo de Ponasa en la provincia de Picota, utilizando energía solar fotovoltaica."**, de los autores: Carlos Enrique Cuzco García, Marlon López Pereyra, Jhon Carlos Paredes Tananta y Rene Aldo Rivera Torres, del programa de estudio de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo, filial Tarapoto.

Las observaciones realizadas han sido levantadas por los autores, quedando finalmente aprobadas. por lo tanto, cuenta con la validez y confiabilidad correspondiente considerando las variables del trabajo de investigación.

Se extiende la presente constancia a solicitud de los interesados para los fines que considere pertinentes.

Tarapoto, 25 de julio de 2019


Edward F. Rubio Luna Victoria
ING. DE SISTEMAS
R. CIP. 116883

**INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA****I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: Mg. Lozada Fustamante Carlos Edwin.
 Institución donde labora : INDEPENDIENTE.
 Especialidad : INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA.
 Instrumento de evaluación : Guía de observación estructurada
 Autor (s) del instrumento (s) : Carlos Enrique Cuzco García
 : Marlon López Pereyra
 : Jhon Carlos Paredes Tananta
 : Rene Aldo Rivera Torres

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

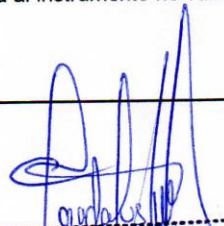
CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Deformación de las placas del transportador de mandil y la productividad del chancado caliza, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Deformación de las placas del transportador de mandil y la productividad del chancado caliza.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Deformación de las placas del transportador de mandil y la productividad del chancado caliza.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL					47	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

47


 Carlos Edwin Lozada Fustamante
 INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
 Reg. CIP. 128294

Tarapoto, 25 de Julio de 2019



CONSTANCIA

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Por la presente se deja constar de haber revisado los instrumentos de investigación para ser utilizados en la investigación, cuyo título es: **“Dimensionamiento de un sistema de bombeo de agua para el fundo Buenos Aires distrito de Tingo de Ponasa en la provincia de Picota, utilizando energía solar fotovoltaica.”**, de los autores: Carlos Enrique Cuzco García, Marlon López Pereyra, Jhon Carlos Paredes Tananta y Rene Aldo Rivera Torres, del programa de estudio de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo, filial Tarapoto.

Las observaciones realizadas han sido levantadas por los autores, quedando finalmente aprobadas. por lo tanto, cuenta con la validez y confiabilidad correspondiente considerando las variables del trabajo de investigación.

Se extiende la presente constancia a solicitud de los interesados para los fines que considere pertinentes.



Carlos Edwin Lozada Fustamante
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
Reg. CIP. 128294

Tarapoto, 25 de julio de 2019

**INFORME DE OPINIÓN SOBRE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA****I. DATOS GENERALES**

Apellidos y nombres del experto: Mg. Córdova Calle Elia Anacely
 Institución donde labora : Universidad Cesar Vallejo
 Especialidad : Economista Magister
 Instrumento de evaluación : Guía de observación estructurada
 Autor (s) del instrumento (s) : Carlos Enrique Cuzco García
 : Marlon López Pereyra
 : Jhon Carlos Paredes Tananta
 : Rene Aldo Rivera Torres

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

MUY DEFICIENTE (1) DEFICIENTE (2) ACEPTABLE (3) BUENA (4) EXCELENTE (5)

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están redactados con lenguaje apropiado y libre de ambigüedades acorde con los sujetos muestrales.					X
OBJETIVIDAD	Las instrucciones y los ítems del instrumento permiten recoger la información objetiva sobre la variable: Deformación de las placas del transportador de mandil y la productividad del chancado caliza, en todas sus dimensiones en indicadores conceptuales y operacionales.					X
ACTUALIDAD	El instrumento demuestra vigencia acorde con el conocimiento científico, tecnológico, innovación y legal inherente a la variable: Deformación de las placas del transportador de mandil y la productividad del chancado caliza.					X
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento reflejan organicidad lógica entre la definición operacional y conceptual respecto a la variable, de manera que permiten hacer inferencias en función a las hipótesis, problema y objetivos de la investigación.					X
SUFICIENCIA	Los ítems del instrumento son suficientes en cantidad y calidad acorde con la variable, dimensiones e indicadores.				X	
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento son coherentes con el tipo de investigación y responden a los objetivos, hipótesis y variable de estudio.					X
CONSISTENCIA	La información que se recoja a través de los ítems del instrumento, permitirá analizar, describir y explicar la realidad, motivo de la investigación.				X	
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan relación con los indicadores de cada dimensión de la variable: Deformación de las placas del transportador de mandil y la productividad del chancado caliza.					X
METODOLOGÍA	La relación entre la técnica y el instrumento propuestos responden al propósito de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación.				X	
PERTINENCIA	La redacción de los ítems concuerda con la escala valorativa del instrumento.					X
PUNTAJE TOTAL					47	

(Nota: Tener en cuenta que el instrumento es válido cuando se tiene un puntaje mínimo de 41 "Excelente"; sin embargo, un puntaje menor al anterior se considera al instrumento no válido ni aplicable)

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

PROMEDIO DE VALORACIÓN:

47

Tarapoto, 25 de Julio de 2019


 Mg. Elia A. Córdova Calle
 DOCENTE

CONSTANCIA

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

Por la presente se deja constar de haber revisado los instrumentos de investigación para ser utilizados en la investigación, cuyo título es: **"Dimensionamiento de un sistema de bombeo de agua para el fundo Buenos Aires distrito de Tingo de Ponasa en la provincia de Picota, utilizando energía solar fotovoltaica."**, de los autores: Carlos Enrique Cuzco García, Marlon López Pereyra, Jhon Carlos Paredes Tananta y Rene Aldo Rivera Torres, del programa de estudio de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad César Vallejo, filial Tarapoto.

Las observaciones realizadas han sido levantadas por los autores, quedando finalmente aprobadas. por lo tanto, cuenta con la validez y confiabilidad correspondiente considerando las variables del trabajo de investigación.

Se extiende la presente constancia a solicitud de los interesados para los fines que considere pertinentes.

Tarapoto, 25 de julio de 2019


.....
Mg. Elia A. Córdova Calle
DOCENTE



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Yo, **Callacná Ponce Luis Gibson**, docente de la Facultad **Ingeniería** y Escuela Profesional **Mecánica Eléctrica** de la Universidad César Vallejo, filial Tarapoto, revisor (a) del trabajo de investigación titulada:

"Dimensionamiento de un sistema de bombeo de agua para el fundo Buenos Aires distrito de Tingo de Ponasa en la provincia de Picota, utilizando energía solar fotovoltaica.", de los (de las) estudiantes **Carlos Enrique Cuzco García, Marlon López Pereyra, Jhon Carlos Paredes Tananta y Rene Aldo Rivera Torres** constato que la investigación tiene un índice de similitud de **13% verificable** en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

Los/las suscritos (as) analizaron dicho reporte y concluyeron que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lugar y fecha.....**TARAPOTO 03 JULIO 2019**.....

.....
Mg. Luis Gibson Callacná Ponce



.....
Ing. de Computación y Sistemas

.....
Ing. Loís Gibson Callacná Ponce

DNI: 32873048

Marlon LÓPEZ PEREYRA | tesina vf



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA

MECÁNICA ELÉCTRICA

TESINA

"DIMENSIONAMIENTO DE UN SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA
PARA EL FUNDO "BUENOS AIRES" DISTRITO DE TINGO DE
PONASA EN LA PROVINCIA DE PICOTA, UTILIZANDO ENERGÍA
SOLAR FOTOVOLTAICA"

AUTORES:

CUZCO GARCIA, Carlos Enrique

LÓPEZ PEREYRA, Marlon

PAREDES TANANTA, Jhon Carlos

RIVERA TORRES, Rene Aldo



Resumen de coincidencias

13 %



Coincidencia 1 de 29

[Ver fuentes en inglés \(Beta\)](#)

Coincidencias

1

Entregado a Universida...

Trabajo del estudiante

4 %



AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV

Los (as) suscritos (as) **Carlos Enrique Cuzco García**, identificado con DNI N° 01127231, **Marlon López Pereyra**, identificado con DNI N° 71212796, **Jhon Carlos Paredes Tananta**, identificado con DNI N° 44723167 y **Rene Aldo Rivera Torres**, identificado con DNI N° 22477023 egresado de la Escuela Profesional de **Ingeniería Mecánica Eléctrica** de la Universidad César Vallejo, autorizo (x) , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado:

"Dimensionamiento de un sistema de bombeo de agua para el fundo Buenos Aires distrito de Tingo de Ponasa en la provincia de Picota, utilizando energía solar fotovoltaica."; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....
.....
.....
.....

Carlos Enrique Cuzco García
DNI N° 01127231

Marlon López Pereyra
DNI N° 71212796

Jhon Carlos Paredes Tananta
DNI N° 44723167

Rene Aldo Rivera Torres
DNI N° 71212796

Tarapoto 05 de Agosto del 2019



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE:

Dr. Edward Freddy Rubio Luna Victoria

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

Carlos Enrique Cuzco García

Marlon López Pereyra

Jhon Carlos Paredes Tananta

Rene Aldo Rivera Torres

INFORME TÍTULADO:

“Dimensionamiento de un sistema de bombeo de agua para el fundo Buenos Aires distrito de Tingo de Ponasa en la provincia de Picota, utilizando energía solar fotovoltaica.”

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

Bachiller en Ingeniería Mecánica Eléctrica

SUSTENTADO EN FECHA: 07 de agosto 2019

NOTA O MENCIÓN:

Carlos Enrique Cuzco García	12
Marlon López Pereyra	16
Jhon Carlos Paredes Tananta	12
Rene Aldo Rivera Torres	14



Edward Rubio Luna Victoria
DIRECTOR DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO - TARAPOTO